

Amonificación de panca de maíz durante tres periodos y su efecto en la composición bromatológica

Ammonification of corn stover during three periods and their effect in the bromatological composition

DMV Emir Ponce Ross

Profesor auxiliar de la Facultad de Veterinaria
de la Universidad Técnica de Manabí
eponce@utm.edu.ec

Ing. Rolando Romero de Armas Ph.D.

Profesor principal de la Facultad de Zootecnia
de la Universidad Técnica de Manabí
r.romero@utm.edu.ec

RESUMEN

Se evaluó la amonificación con urea de la panca de maíz del híbrido Trueno NB-7443 (a 8 días de la cosecha de la mazorca) y su efecto sobre la composición nutritiva. Los tratamientos consistieron en un control sin amonificar y tres tiempos de amonificación a 21, 28 y 35 días, distribuidos en un diseño completamente aleatorizado. Los análisis bromatológicos se realizaron mediante la metodología de la AOAC (2006). La amonificación aumentó significativamente el contenido de Proteína Bruta con respecto al control y entre los tratamientos fue significativamente favorable para los 28 y 35 días. La Fibra Bruta fue menor en el control. El Extracto Etéreo y las cenizas en Base Húmeda no difirieron entre tratamientos, pero si con el control. La Fibra Neutra Detergente y Fibra Ácida Detergente disminuyeron con el tiempo de amonificación. El tratamiento mejoró la composición nutritiva de la panca de maíz, en tanto que los tiempos de amonificación de 28 y 35 días tuvieron los mejores resultados.

Palabras clave: Composición nutritiva, sostenibilidad, subproductos agrícolas, tratamiento químico.

ABSTRACT

The ammonification with urea of corn stover of the Hybrid Thunder NB-7443 was evaluated –after 8 days of harvested corn- and its effect on the nutritional composition. The treatments on a control without ammonification and 3 times of ammonification to 21, 28 and 35 days distributed in a totally randomized design. The bromatological analyses were conducted using the methodology of AOAC (2006). The ammonification significantly increased the Crude Protein content according to the control and among the treatments it was significantly favorable for the 28 and 35 days. Crude fiber was lower in the control. The ether extract and ashes on a wet basis did not differ among the treatments, but it did with the control. Both, the neutral detergent fiber and the acid detergent fiber decreased with the ammonification time. The treatments improved the nutritional composition of corn stover and the ammonification times of 28 and 35 days had better results.

Key words: nutritional composition, chemical treatment, sustainability, agricultural subproducts.



Recibido: 25 de febrero, 2014
Aceptado: 15 de junio, 2015

1. INTRODUCCIÓN

La alimentación de los bovinos es uno de los rubros del proceso de producción animal que exige del productor o técnico dedicado a esta área del sector agropecuario la mayor demanda de recursos, tanto alimenticios como económicos. En cuanto a los recursos alimentarios los ganaderos empiezan a convencerse de que es imposible sustentar una producción ventajosa desde el punto de vista rentable basada sólo en los alimentos convencionales, por lo que es imprescindible producir al menor costo posible frente a lo cual hay que pensar seriamente en la alimentación, que representa a veces más del 60 % de los gastos.

La alimentación de los bovinos es principalmente a base de pasto y forrajes (Morales & Mendoza, 2014), pero en el trópico, a causa de la estacionalidad climática, existe una marcada temporada de verano que generalmente es muy prolongada y una temporada lluviosa de muy corta duración, tiempo en que la producción de forrajes es insuficiente para satisfacer la demanda durante la época de escasez hídrica (Josifovich, 1988). La mayor abundancia y calidad de los forrajes que se obtienen durante la época lluviosa, no coincide con las condiciones ambientales favorables para lograr que tales materiales puedan ser conservados en las formas de heno y henaje, sin el riesgo de altas pérdidas. Esto origina baja disponibilidad de fuentes de fibra de calidad (Botero, 2008).

Esta combinación entre condiciones climáticas y disponibilidad de forrajes obliga a los ganaderos de la costa ecuatoriana, especialmente a los del valle del río Portoviejo, a buscar alternativas, para paliar el déficit de recursos alimenticios de manera ventajosa, a través de una buena cantidad de residuos post cosecha, que pueden ser utilizados en la alimentación de los rumiantes (Arteaga & Torres, 2009). Sin embargo, el uso que se da a estos materiales no está avalado por un estudio en cuanto a su aporte de nutrientes, el tratamiento adecuado para mejorar su valor nutricional (Romero, 2010) y cuánto de esos

subproductos de cosecha pueden consumir los bovinos para mejorar la producción o hacerla más rentable (Grijalva, 2013), sin causarles trastornos alimenticios. Como parte de la cultura agrícola, en la mayoría de los casos, estos subproductos son quemados en el proceso de preparación de la tierra para la siguiente siembra, contribuyendo a la contaminación ambiental.

Existe la opción de la amonificación que es un proceso físico y químico para tratar los alimentos voluminosos con el propósito de conservarlos, además de mejorar en forma ostensible, eficiente y rápida la calidad nutricional de los residuos de cosechas y subproductos agroindustriales con alto contenido de fibras, (Souza, 2006; Arelovich, 2010). Su uso no solo que es posible, sino que además constituye una posibilidad para sustituir diferentes alimentos que hoy son usados en la dieta de los animales que compiten por la alimentación de los humanos (Preston & Leng, 1989; Díaz *et al.*, 2014).

El rastrojo o panca de maíz puede ser utilizada de forma eficaz cuando es tratada física y químicamente mediante procesos como la amonificación. En la provincia de Manabí, la superficie destinada a la siembra de maíz es de alrededor de 70 000 hectáreas, con una producción anual de 176 567 toneladas métricas. En el valle del río Portoviejo y parroquias del mismo cantón se produce esta gramínea durante todo el año (INEC, 2012). Gran parte de los residuos de la cosecha son quemados, en tanto que otra es utilizada en la alimentación de los rumiantes de una manera empírica, es decir, sin que se haya hecho estudios o investigaciones sobre la aplicación de un tratamiento adecuado para mejorar su digestibilidad, así como una caracterización de su valor nutricional post tratamiento.

Dentro de las opciones prácticas para el tratamiento de la panca de maíz, la más utilizada es la amonificación con urea en solución acuosa (Pabón, *et. al.*, 2010); además puede realizarse en forma artesanal, sencilla, de bajo costo, sin riesgo bioeconómico y ambiental. El tratamiento es viable en las condiciones del valle del río Portoviejo.

No obstante, el tiempo de amonificación puede variar según la temperatura ambiente, lo cual, en el caso la panca de maíz, ha sido poco evaluado (Jiménez *et al.*, 2010). En estudios realizados para la amonificación del heno en condiciones tropicales, Araujo y Rodríguez (2001) y Rodríguez *et al.* (2002) recomendaron un tiempo superior a los 28 días, mientras que Bravo *et al.* (2013) sugirieron 45 días. Por su parte, Jiménez *et al.* (2010) utilizaron 42 días en la amonificación de la panca de maíz.

Lo anteriormente señalado motivó la realización del presente trabajo, que se planteó como objetivo evaluar el tiempo de amonificación y su efecto en la composición bromatológica de la panca de maíz, del Híbrido Trueno NB-7443 8 (Agripac- Syngenta), en las condiciones de Portoviejo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre agosto y octubre de 2014, en un galpón avícola del Departamento de Producción Animal (DPA) de la Universidad Técnica de Manabí (UTM), ubicado en el área periurbana de la ciudad de Portoviejo, capital de la provincia de Manabí. La zona donde se realizó el trabajo se encuentra a una altitud promedio de 42 msnm. Su clima es tropical, con una temperatura ambiental diaria que oscila entre 25 y 30 °C y una precipitación promedio anual de 550 mm. La humedad relativa promedio es de 74 %.

La panca de maíz fue recolectada a los ocho días de ser cosechada la gramínea, en estado semi-seco. Una vez cortado desde la base del tallo se dejó deshidratar en el campo por un periodo de 72 horas; posteriormente, fue picada a un tamaño aproximado de 10 cm de largo. Luego, se inició el proceso de amonificación, para cual se utilizaron bolsas plásticas (polietileno) de color negro con una capacidad aproximada de 100 Kg.

La fuente de nitrógeno que se utilizó fue urea agrícola al 46 %, la que se diluyó a razón de 3

Kg en 20 litros de agua potable. El procedimiento de amonificación consistió en llenar las bolsas plásticas con la panca en capas, con un grosor aproximado de 20 cm, que se compactaban y humedecían con la solución de urea- agua hasta llenar las bolsas, las cuales eran amarradas y selladas herméticamente con cintas de embalaje para garantizar un ambiente anaerobio.

Se utilizaron 16 bolsas, 12 con la panca a amonificar y 4 con panca sin amonificar. Una vez hecho esto se distribuyeron al azar una al lado de otra en el galpón que garantizaba un ambiente adecuado y protegido de la radiación solar directa.

Los tratamientos consistieron en los tiempos de amonificación donde T0 o control fue la panca sin amonificar y T1, T2 y T3, a los 21, 28 y 35 días de amonificación respectivamente. Se empleó un diseño completamente aleatorizado con 4 repeticiones.

Transcurridos los primeros 21 días se procedió a la apertura de las bolsas del T1 y se permitió que se ventilara el material amonificado para garantizar la eliminación de los excesos de amoníaco acumulado. Posteriormente se tomaron muestras en diferentes puntos de cada bolsa para una muestra global de 1 Kg de cada bolsa, las que fueron envasadas y conservadas. De la misma manera, se procedió a los 28 y 35 días con los tratamientos T2, T3; además se tomaron muestras del Control T0.

Una vez transcurrido el periodo de amonificación para cada tratamiento, las muestras se enviaron al laboratorio de bromatología AGROLAB (Laboratorio de Análisis Químico Agropecuario) en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas, donde se realizaron los Análisis Bromatológicos mediante la metodología descrita por la AOAC (2006).

Las evaluaciones se realizaron a partir del Análisis de Varianza de Clasificación Simple y las comparaciones entre medias, utilizando la Prueba de Tukey mediante el paquete estadístico conocido como IBM SPSS Statistics Versión. 20.

3. RESULTADOS

En la tabla 1 se reportan los resultados obtenidos en Base Seca (BS) y en la tabla 2, en Base Húmeda (BH). En cuanto a la composición química en BS se aprecia que la amonificación tuvo efectos significativos sobre los parámetros nutricionales evaluados, excepto en el Extracto Etéreo (EE). En lo que respecta a la Materia Seca (MS), esta disminuyó en la panca amonificada con respecto a la panca sin amonificar, similar a lo encontrado en BH.

Además, se evidencia un efecto significativamente positivo en el contenido de PB, tanto en BS como en BH, a favor de la amonificación con respecto al control. Entre los tratamientos, se observa que en BS la amonificación fue significativamente favorable a los 28 y 35 días, en comparación con los 21 días. Aunque en BH los tratamientos no difieren entre sí.

En cuanto a la Fibra Bruta (FB) hubo un menor contenido ($P < 0,05$) para el control en comparación con los tratamientos. A su vez, entre ellos no hubo diferencias significativas, en tanto que el contenido de FB reportado en BS tuvo un comportamiento parecido, ya que solo el control fue similar a los 21 días, notándose un aumento de este indicador al incrementarse el tiempo de amonificación a 35 días.

Los contenidos de Extracto Etéreo (EE) y cenizas en BH no difieren entre tratamientos, aunque si entre estos y el control, lo que no se manifiesta en sus contenidos en BS, que fueron similares entre el control y los tratamientos.

Los contenidos de Fibra Neutro Detergente (FND) y la Fibra Acido Detergente (FAD) se muestran en la tabla 3, donde se aprecia que a medida que aumentó el tiempo de amonificación disminuyeron significativamente su contenido con relación al grupo control.

Tabla 1. Composición química de la panca de maíz sin amonificar y amonificada durante 21, 28 y 35 días (BS)

Tratamientos	MS	PB	FB	EE	Cenizas
Control sin amonificar	88,14 ^a	10,49 ^a	33,02 ^a	3,00	6,51
21 días	68,98 ^b	12,64 ^b	35,78 ^{a b}	3,19	6,26
28 días	67,22 ^b	14,16 ^c	37,20 ^b	3,11	6,55
35 días	68,43 ^b	14,84 ^c	42,73 ^c	2,62	6,05
Error estándar	0,982	0,448	1,015	0,101	0,161

a, b, c, d Medias con diferentes superíndices en una misma variable difieren significativamente ($P < 0,05$)

Tabla 2. Composición química de la panca de maíz sin amonificar y amonificada durante 21, 28 y 35 días 2 (BH)

Tratamientos	MS	PB	FB	EE	Cenizas
Control sin amonificar	88,14 ^a	1,25 ^a	3,92 ^a	0,35 ^a	0,77 ^a
21 días	68,98 ^b	3,90 ^b	11,25 ^b	0,98 ^b	2,00 ^b
28 días	67,22 ^b	4,65 ^b	12,22 ^b	1,02 ^b	2,15 ^b
35 días	68,43 ^b	4,58 ^b	13,49 ^b	0,83 ^b	1,92 ^b
Error estándar	0,982	0,390	1,096	0,083	0,179

a, b, c, d Medias con diferentes superíndices en una misma variable difieren significativamente ($P < 0,05$)

Tabla 3. Efecto del tiempo de amonificación en el contenido de la FND y FAD de la panca de maíz sin amonificar y amonificada durante 21, 28 y 35 días.

Variables	Tratamientos %				
	Control Sin amonificar	21 días	28 días	35 días	EE
FND	70,28 ^a	65,23 ^b	61,91 ^c	54,80 ^d	1,477
FAD	46,62 ^a	43,66 ^b	42,73 ^{b c}	38,70 ^c	0,801

^{a, b, c, d} **Medias con diferentes superíndices en una misma variable difieren significativamente ($P < 0,05$)**

En cuanto a la Fibra Bruta (FB), hubo un menor contenido ($P < 0,05$) para el control en comparación con los tratamientos. A su vez, entre ellos no hubo diferencias significativas, en tanto que el contenido de FB reportado en BS tuvo un comportamiento parecido, ya que solo el control fue similar a los 21 días, notándose un aumento de este indicador al incrementarse el tiempo de amonificación a 35 días.

Los contenidos de Extracto Etéreo (EE) y cenizas en BH no difieren entre tratamientos, aunque si entre estos y el control, lo que no se manifiesta en sus contenidos en BS que fueron similares entre el control y los tratamientos.

Los contenidos de Fibra Neutro Detergente (FND) y Fibra Acido Detergente (FAD) se muestran en la tabla 3, donde se aprecia que a medida que aumentó el tiempo de amonificación disminuyeron significativamente con relación al grupo control.

4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la composición química en BS y BH coinciden con las investigaciones de Klopfenstein (1980), Morris y Mowat (1980), Nelson, *et al.* (1984) y Fuentes, *et al.* (2014). La disminución de la MS en la panca amonificada con respecto a la panca sin amonificar, tanto en BS como en BH, se atribuye al agua añadida junto con la urea, lo que está en concordancia con lo reportado por Benítez *et al.* (2013) y Fuentes *et al.* (2014) quienes encontraron resultados similares al amonificar la panca de maíz con urea disuelta en agua.

El mayor contenido de PB de los tratamientos con respecto al control se debió a que en el proceso de la amonificación la fermentación microbiana produce proteína microbiana y, a mayores tiempos de amonificación, mayor producción de la misma. Este resultado concuerda con lo reportado por Gómez *et al.* (2001), Jiménez *et al.* (2010) y Benítez *et al.* (2013), quienes hallaron incrementos en el contenido de PB en la panca amonificada y coinciden que se debió a la producción de proteína microbiana. Concordante con esto, Bravo *et al.* (2013), en un trabajo de amonificación húmeda realizado con paja de trigo, reportaron un incremento de 3,2 veces el contenido de PB.

En cuanto a la FB, el menor contenido para el control, en comparación con el resto de los tratamientos, difiere del resto de los grupos tratados con amonificación sólo a los 35 días ($P < 0,05$). Lo alcanzado pudo deberse a la mayor utilización de los nutrientes solubles de la MS por parte de los microorganismos en los procesos fermentativos lo que incrementa porcentualmente la FB en los tratamientos amonificados. Este análisis está en correspondencia con lo reportado por Souza *et al.* (2006), quien halló que el tratamiento de residuos agrícolas con urea tiene efectos positivos a causa de una mayor población microbiana.

Los contenidos de Extracto Etéreo (EE) y cenizas en BH no difieren entre los tratamientos, aunque si entre estos y el control, lo cual se justifica debido al menor contenido de MS de los tratamientos, situación que hace aumentar

su porcentaje. Sin embargo, al estudiar estos contenidos en BS, se obtuvo resultados similares entre el control y los tratamientos.

También se apreció la disminución de los contenidos de Fibra Neutro Detergente (FND) y la Fibra Ácido Detergente (FAD), a medida que aumentó el tiempo de amonificación con relación al grupo control. Iguaes resultados fueron encontrados por Grijalva (2013) y Benítez, *et al.* (2013), quienes, en evaluaciones de métodos de amonificación mediante hidrólisis de urea sobre el valor nutritivo de paja de trigo, indican que la FDN se redujo de 86 % a 80,2 %, al igual que la FDA, de 62,3 % a 54,1 %. Estos resultados parecen ratificar lo que planteó Church (1989) que la amonificación degrada la estructura de la fibra debido a la ruptura de las cadenas de lignocelulosa, liberando la celulosa y la hemicelulosa de la lignina, lo que aumenta la digestibilidad del producto.

5. CONCLUSIONES

- 1.- La amonificación de panca de maíz del híbrido Trueno NB-7443 8 (Agripac- Syngenta) recolectada a los 8 días de ser cosechado el maíz, mejora su composición nutritiva a través del aumento de su contenido de PB y disminuir la FND y FAD.
- 2.- Los tiempos de amonificación de 28 y 35 días fueron los de mejores resultados debido a su mayor contenido de PB y menores contenidos FND y FAD.

6. RECOMENDACIONES

- 1.- Realizar un estudio sobre la digestibilidad de la panca de maíz amonificada para corroborar si este proceso mejora su valor nutricional-
- 2.- Determinar los niveles de consumo de MS de la panca amonificada por los bovinos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. (Association of Official Agricultural Chemist (2006). Official Method of analysis 20th Ed. Assoc. off. Agric. Chem. Washington DC.
- Araujo, O. y Rodríguez, N. (2001). La amonificación de henos como técnica para mejorar su aprovechamiento. *Rev. Inv. Vet. Perú.* Suplemento 1:88-91.
- Arelovich, H. M. (2010). Tecnología disponible de potencial impacto en la ganadería. In *Jornada" Condiciones para el Desarrollo de Producciones Agrícola-Ganaderas en el SO Bonaerense"*(12 de noviembre de 2012, Bahía Blanca, Argentina).
- Arteaga, E., & Torres, O. L. (2009). *Análisis de la cadena productiva y comercializadora del maíz y como fuente de exportación* (Tesis de Maestría) Escuela Superior Politécnica del Litoral. Ecuador.
- Bravo, R. D., Arelovich, H. M., Storm, A. C., Martínez, M. F. & Amela, M. I. (2013) Evaluación de métodos de amonificación mediante hidrólisis de urea sobre el valor nutritivo de paja de trigo *Revista Argentina de Producción Animal* 28(3).
- Benítez, C. S., Omaña, M. A., Panadero, A. N., & Suárez, A. (2013). Evaluación de la amonificación de residuos de cosecha de Zea mays como alternativa para la alimentación de rumiantes. *Revista Ciencia Animal*, (6), 99-108.
- Botero, R. (2008). *Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda* (EARTH). Biblioteca W.K. Kellogg, Costa Rica.
- Bravo, R. D., Arelovich, H. M., Storm, A. C., Martínez, M. F., & Amela, M. I. (2013). Evaluación de métodos de amonificación mediante hidrólisis de urea sobre el valor nutritivo de paja de trigo. *Revista argentina de producción animal*, 28(3): 179-191.
- Díaz, B., Elías, A., & Valiño, E. (2014). Impacto de la Biotecnología convencional en la Seguridad alimentaria a través de la Producción animal en el Ecuador. Estudio de caso: Producto BIORÉS. En imprenta. *Revista Internacional de Ciencia y Sociedad*.

- Fuentes, J., Magaña, Suárez, C.L., Peña, R., Rodríguez & Ortiz de la Rosa, B. (2001). Análisis químico y digestibilidad "in vitro" de rastrojo de maíz (zea mays l.) *Revista Agronómica Mesoamericana* 12(2): 189-192, 2001.
- Gómez, A., Gamarra, J., Sánchez, E., Rivera, R. & Castellanos Shirley (2001). Tratamiento físico químico de panca de maíz como estrategia para mejorar su uso durante la escasez de forraje (Parte 1). Descargado de: <http://www.actualidadganadera.com/consultado:22/02/2015>.
- Grijalva, J. (2013). Asociación de ganaderos de la sierra y el oriente del Ecuador. Descargado de: <http://www.telegrafo.com.ec/economia/item/produccion-lechera-mueve-700-millones-al-ano.html> Consultado: 23/11/2013.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2012). Censo Nacional Agropecuario. Resultados del Censo Nacional Agropecuario del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Jiménez, A., San Martín, H., Huamán, U., Ara, G., Arbaiza, F., & Huamán, C. (2010). Efectos del tamaño de partícula y tipo de amonificación-conservación sobre la digestibilidad y consumo del rastrojo de maíz en ovinos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 21(1): 19-25.
- Josifovich, J. (1988). *Rastrojos y residuos en la producción de carne bovina Servicio Agropecuario*, Bco. del Oeste. Técnico de la Estación Experimental Agropecuaria INTA Pergamino.
- Klopfenstein, T. (1980). Increasing the nutritive value of crop residues by chemical treatment. Animal Science Dept. University of Nebraska. Lincoln, Nebraska, USA. Descargado de: www.mag.go.cr/rev_mesov12n02_189.pdf Consultado 10/02/15.
- Morales, E., & Mendoza, H. (2014). Desarrollo de dos alimentos balanceados utilizando pasto amoniado como sustituto proteico para ganado bovino de producción lechera media (15 y 18 L/día). Descargado de: <http://zamorano.edu/1036/3365/1/AGI-2014-029pdf>; consultado 22/02/15.
- Morris, P.J., & Mowat, D.N. (1980). Nutritive value of ground and or ammoniated corn stover. *Can. J. Anim. Sci.* 60:327-336.
- Nelson, M.L., Klopfenstein, T., & Britton, R.A. (1984). Protein supplementation of ammoniated roughages. 1. Corn cobs supplemented with a blood meal-corn gluten meal mixture lamb studies. *J. Anim. Sci.* 59:160-169.
- Pabón, P., Ricardo, A., Toro, B., Omar, J., & Sánchez, G. (2010). Efecto de la amonificación sobre el valor nutritivo del ensilaje de maíz. *Acta Agronómica*; 37(4).
- Preston, T. R., & Leng, R. A. (1989). *Adecuando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico*. Desarrollo Rural Integrado.
- Romero, R. (2010) Advanced Animal Nutrition and feeding. Handbook Edition. Mekelle University. Ethiopia.
- Rodríguez, N., Araujo-Febres, O., González, B., & Vergara J. (2002). Efecto de la amonificación con urea sobre los componentes estructurales de la pared celular de heno de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweic a diferentes edades de corte* *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 2002. 10(1): 7-1.
- Souza, O. (2006). Aprovechamiento de los Residuos Agropecuarios Tratados con Urea en la Alimentación Animal. Córdoba, Argentina. Sitio Argentino de Producción Animal.

7. ANEXO



Fotos: DMV Emir Ponce Ross

En el campo, se dejó secar la panca de maíz durante 72 horas.



Proceso de picado y secado de la panca de maíz.



Se coloca una solución de urea sobre la panca de maíz.



Bolsas selladas herméticamente para garantizar un ambiente anaerobio.



Ventilación del material amonificado.



Toma y pesaje de muestras previo al envío al laboratorio.